

论异质性学习力的形成机制 ——基于生理－心理－环境三维交互的分析

梅金锁

文明盛世教育科技研究院，北京 102300

DOI:10.61369/MEC.2026030005

摘 要： 学生学习力的差异并非简单的个体随机波动，亦非“努力程度”或“天赋高低”所能完全解释，而是生理、心理、环境三大系统非线性交互作用的必然产物。本文旨在阐明异质性学习力的形成机制，为科学诊断与精准干预奠定理论基础。研究首先界定“异质性学习力”的概念内涵，强调其本质是“结构类型差异”而非“优劣等级差异”；继而分别论述生理系统（中枢神经加工效率、自主神经调节、感官通道负荷、生物节律）、心理系统（认知、情绪、意志、行为）与环境系统（家庭教养、学校评价、社会导向）各自对学习力的作用路径；最后揭示三大系统之间的传导律、涌现律与异果律三条交互规律。研究表明：学习力的异质性根源于三维系统的动态交互，任何单一维度的评估都无法完整捕捉其真实结构——这一结论构成了系统性诊断的理论前提。

关 键 词： 异质性学习力；三维交互机制；生理－心理－环境系统；一果多因

On the Formation Mechanism of Heterogeneous Learning Ability: An Analysis Based on the Three-Dimensional Interaction of Physiology, Psychology, and Environment

Mei Jinsuo

Civilization Prosperity Education Technology Research Institute, Beijing 102300

Abstract： The variations in students' learning capacity are neither mere individual fluctuations nor fully attributable to "effort levels" or "talent differences"; rather, they result from the nonlinear interactions among three fundamental systems: physiological, psychological, and environmental. This study aims to elucidate the mechanisms underlying heterogeneous learning capacity and establish a theoretical foundation for scientific diagnosis and targeted interventions. First, it defines the conceptual framework of "heterogeneous learning capacity," emphasizing that it reflects "structural type differences" rather than hierarchical distinctions in performance. Subsequently, it examines how each system—physiological (central nervous processing efficiency, autonomic regulation, sensory pathway load, circadian rhythms), psychological (cognition, emotion, willpower, behavior), and environmental (family upbringing, school evaluation, social context)—influences learning capacity. Finally, it identifies three key interaction patterns among these systems: transmission laws, emergence laws, and heterogeneity laws. The research demonstrates that learning capacity heterogeneity stems from dynamic interactions across these three dimensions, and any single-dimensional assessment fails to capture its full complexity—a conclusion that forms the theoretical basis for systematic diagnostic approaches.

Keywords： heterogeneous learning capacity; three-dimensional interaction mechanism; physiological-psychological-environmental system; multiple causes for a single outcome

一、引言：理解学习差异需要超越“努力归因”

在教育实践中，一个现象反复出现：两位同样“数学成绩不佳”的学生，接受相似的补习方案后结果却截然不同——甲生显著提升，乙生不仅毫无进展，反而愈发厌学、焦虑。这一“同症异因”困境表明：同样的外在表现（“一果”）背后，可能对应

着完全不同的内在致因结构（“多因”）。

然而，当前大量家庭乃至部分教育工作者惯于将复杂的学习困境简单归咎于“态度不端正”“意志力薄弱”，进而采取延长学时、增加补习强度等“一刀切”策略。如学者所指出的，个体学习差异受环境和遗传共同作用，行为差异可通过大脑结构或功能连接进行预测。但将学习差异简单还原为单一归因，不仅无助于

作者简介：梅金锁（1976-），男，汉族，籍贯：北京，职务/职称：院长/研究员，单位：文明盛世教育科技研究院（北京）总规划师，研究方向：青少年学业到职业贯通发展系统诊断与支持的全周期规划研究。

问题解决，反而加重认知负荷，破坏内在学习动机。

本文的核心追问由此展开：学习力的差异究竟从何而来？若差异不仅是“努力”或“天赋”的简单函数，其背后是否存在更为复杂的形成机制？对这一问题的回答，构成了理解学习力异质性、实现科学诊断与精准干预的理论前提。

二、异质性学习力的概念界定

本文所使用的“异质性学习力”（Heterogeneity of Learning Capacity），特指不同个体在生理基础、心理特质与环境资源的多维交互作用下，所呈现出的差异化的学习能力结构与功能表现^[1]。

需特别强调：异质性不等于“优劣等级”差异，而是“结构类型”差异。两位同样“数学不佳”的学生，一位可能因视觉通道过载导致认知疲劳，另一位可能因工作记忆容量不足导致信息加工受阻——表象相同，结构迥异。教育实践惯于将学习差异进行优劣排序——“好学生”与“差学生”——这种等级化思维掩盖了学习差异的结构性本质。承认并识别这种结构性异质性，是科学诊断的逻辑前提。

异质性学习力的理论根基在于系统论。学习力并非孤立的心理变量，而是一个由多个子系统及其相互关系构成的复杂适应系统。理解其运作规律，不能仅靠观察外在输出（如考试成绩），而必须深入系统内部，探查各子系统的状态及其交互方式^[2]。

三、生理系统：学习力的物质底座

生理系统是学习活动的物质基础，任何心理活动都离不开生理机能的支撑。

（1）中枢神经系统的信息加工效率。EEG 脑电波可实时反映大脑皮层电生理活动： θ 波（4-8Hz）与心理疲惫和记忆调节相关； α 波（8-13Hz）反映视觉皮层安静节律，是衡量注意力分散的重要指标； β 波（13-30Hz）与注意力集中和认知任务执行相关。通过分析特定脑区频段功率谱特征，可客观量化个体专注水平与信息加工效率。

（2）自主神经系统的情绪调节基础。指端电生理信号（GSR 皮电反应、PPG 光电容积脉搏波）受自主神经直接支配，是衡量情绪唤醒度与潜意识心理压力的成熟生物学标记。长期高唤醒状态会导致认知资源耗竭，注意力控制与工作记忆等高级功能将受到显著抑制。

（3）感官通道的输入质量与负荷耐受性。个体视觉、听觉通道的信息处理能力存在显著差异。过度依赖某一通道可能导致该通道疲劳与效率下降，进而引发整体学习效能衰退。感官通道差异直接决定了不同学习方式的适配性^[3]。

（4）生物节律对认知峰值的影响。“晨型人”与“夜型人”的认知峰值时段截然不同，强行要求所有学生在同一时间完成高难度任务，本身就是对生理差异的忽视。

生理系统的上述维度共同构成学习力的“物质底座”——底座不稳，上层一切心理与行为活动都将失去可靠支撑。

四、心理系统：学习力的动力中枢

生理系统是“硬件”，心理系统则是学习力的“操作系统”——决定认知资源如何分配、情绪如何调节、意志如何调动、行为如何组织。心理系统涵盖“知、情、意、行”四大要素。

（1）认知层面：信息加工的容量与效率。涉及工作记忆容量、注意力控制能力、认知负荷水平。工作记忆是信息加工的核心瓶颈，其容量个体差异显著；注意力控制决定认知资源能否有效聚焦。当认知负荷超过工作记忆容量时，学习效率急剧下降，且往往不被学习者察觉。

（2）情绪层面：学业情绪的调节与影响。涉及学习过程中的兴趣、焦虑、无聊、挫败等情感体验。高焦虑会挤占工作记忆资源，降低信息加工速度；积极情绪则有助于扩展认知资源可及范围^[4]。情绪与认知存在双向影响——认知困难引发负性情绪，负性情绪又抑制认知功能，形成自我强化的恶性循环。

（3）意志层面：自我控制与自我损耗。涉及自我控制、延迟满足、抗挫折能力。意志力并非无限资源，长期高强度消耗会导致“自我损耗”状态——维持专注、抵制诱惑的能力显著下降。单纯要求学生“再坚持一下”而不考虑其意志消耗状态，往往适得其反。

（4）行为层面：学习策略的选择与使用效能。不同学习策略（复述、精加工、组织、元认知策略）对不同认知特征的学习者具有截然不同的适配性。同样方法对 A 生高效、对 B 生低效——这正是学习力异质性的直接体现。

心理系统内部存在“知行断裂”——“知道该怎么做”与“实际能做到”之间常有显著差距；“渴望好成绩”与“害怕失败”的冲突则构成学业焦虑的核心来源。心理系统与生理系统更存在双向影响——心理压力引发生理应激，生理疲劳削弱心理调节。

五、环境系统：学习力的外部场域

环境系统是学习活动发生的外部情境——如果说生理系统是“硬件”、心理系统是“操作系统”，环境系统就是“运行环境”^[5]。

（1）家庭教养方式。权威型、专制型、放任型等教养模式对学生心理与动机具有塑造作用。高控制、低支持的环境易诱发外在规训型动机而非内在驱动型动机，学习的可持续性深度将受限制。

（2）学校评价文化。涉及考试排名频率与呈现方式、教师反馈性质（成长性反馈 vs 结果性反馈）、课堂包容性等。其中“评价环境”具有特殊重要性——过度频繁的外部排名与测试，会通过压力系统反向重塑学生的生理与心理状态，形成“环境压力→生理应激→心理焦虑→行为退缩”的恶性循环。

（3）社会价值导向。涉及社会对“成功”的定义、对多元成才的包容程度、对学历的崇拜程度。在过度强调“名校崇拜”的氛围中，学习动机易被外部规训主导，内在求知欲被压制。

环境系统的三个维度相互嵌套——宏观的社会价值导向渗透于中观的学校评价文化，又通过微观的家庭教养方式传递到每个

学生的日常体验。

六、三维交互机制：为何“牵一发而动全身”

生理、心理、环境三大系统通过复杂的非线性交互塑造着学习力的异质性结构，遵循三条基本规律。

（1）传导律。任一系统的变化都会通过交互链条传导至其他系统。以环境压力为例：高频考试（环境）→皮质醇升高、睡眠下降（生理）→认知资源挤占、焦虑上升（心理）→学习效能下降（行为）→更低评价反馈（环境负向强化）——形成自我强化的恶性循环。传导律揭示了学习问题的“系统性”：表面“成绩不佳”，病因可能深藏于生理疲劳、心理焦虑或环境压力之中。

（2）涌现律。整体大于部分之和。三大系统交互产生任何单一系统所不具有的“涌现属性”——“习得性无助”并非单纯心理问题，而是长期环境负反馈与生理耗竭的共同产物；“学习倦怠”也非单纯“态度问题”，而是生理疲劳、心理耗竭与环境压力的复合产物⁶。即便分别改善了各系统的“局部状态”，若交互模式未变，学习力的整体状态依然难以根本好转。

（3）异果律。同一外在表现（“一果”）可能对应多种不同的内部致因结构（“多因”）。同样是“课堂走神”，可能是生理疲劳所致，可能是心理焦虑所致，可能是环境干扰所致，更可能是三者交互的复合结果。异果律揭示了传统“经验主义”干预的根本缺陷——在不了解致因结构的情况下匆忙施治，犹如不知病因而盲目用药。

核心结论：学习力的异质性，是生理－心理－环境三大系统在时间轴上持续非线性交互的必然产物。任何单一维度的评估——无论是只测脑电、只做量表，还是只观察行为——都不可能完整捕捉学习力的真实结构⁷。

七、结论

本文从系统论视角系统阐述了异质性学习力的形成机制。

研究表明，学习力差异并非简单的个体随机波动，而是生理、心理、环境三大系统非线性交互作用的必然产物。生理系统构成物质底座——中枢神经加工效率、自主神经调节能力、感官通道负荷耐受性、生物节律个体差异，共同决定学习活动能否拥有可靠生理支撑。心理系统构成动力中枢——认知容量与效率、情绪调节与影响、意志消耗与恢复、行为策略与效能，共同决定学习活动如何组织与执行。环境系统构成外部场域——家庭教养方式、学校评价文化、社会价值导向，共同决定学习活动在何种外部条件下展开。

三大系统通过传导律、涌现律与异果律持续交互，塑造了每一个学生独一无二的“异质性学习力结构”——同样的外在表现，可能对应完全不同的内在致因。

这一结论具有重要理论与实践意涵：在理论层面，要求超越传统的“优劣二分”思维，以结构性视角理解学习差异；在实践层面，要求超越“单一测评”局限，以系统性方法识别学习困境的真实病因——这正是后续研究所要深入探讨的议题。

参考文献

- [1] 林崇德. (2016). 21世纪学生发展核心素养研究. 北京师范大学学报（社会科学版），(1), 29-32.
- [2] 董奇, 陶沙. (2004). 《脑与认知科学》. 北京师范大学出版社.
- [3] 周加仙. (2010). 《教育神经科学：学科建构与发展前景》. 华东师范大学出版社.
- [4] Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
- [5] Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance. *Brain Research Reviews*, 29(2-3), 169-195.
- [6] Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 55). Academic Press.
- [7] Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner. *Theory into Practice*, 41(2), 64-70.